

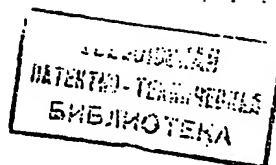


СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1831680 A3

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

(51)5 G 01 N 24/00



ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К ПАТЕНТУ

1

- (21) 4935759/25
(22) 14.05.91
(46) 30.07.93. Бюл. № 28
(71) Институт прикладной физики
(72) В.Г. Кузнецов и С.Д. Коблев
(73) Институт прикладной физики
(56) Заявка GB № 2057135, кл. G 01 N 24/08, 1981.

Hirshfeld T., Klainer T.M. - Short range NDR measurements/J.of Molec. Struct.58, 1980, p.63-77.

2

(54) СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯДЕРНОГО КВАДРУПОЛЬНОГО РЕЗОНАНСА

(57) Использование: при таможенном контроле позволяет обнаруживать скрытые зарядки взрывчатых веществ в малогабаритных упаковках. Сущность изобретения: облучают исследуемый предмет на частоте ЯКР двумя многоимпульсными последовательностями, отличающимися фазой радиочастотного заполнения, осуществляют последующее накопление сигнала и его обработку. 1 ил.

Способ предназначен для обнаружения скрытых зарядов взрывчатых веществ (ВВ) и может быть использован при таможенном досмотре, в криминалистике и в других случаях, когда требуется определить наличие ВВ внутри предметов без нарушения целостности оболочек.

Цель изобретения - сокращение времени обследования при сохранении высокой достоверности обнаружения.

На чертеже приведена структурная схема макета устройства, реализующего предлагаемый способ.

Макет устройства на чертеже работает следующим образом. Синтезатор частоты (СЧ) 1 (например, типа Ч6-31) вырабатывает колебания с частотой $2f_0$, близкой к удвоенной частоте ЯКР ВВ, поступающие на делитель 2, выполненный на триггерах. С выходов делителя 2 колебания с частотой f_0 с фазами $\varphi = 0^\circ$ и $\varphi = 180^\circ$ подаются на мультиплексор 3, который пропускает на выход колебания с одной из фаз в зависимости

от управляющего сигнала, вырабатываемого устройством управления и обработки данных (УУОД), в качестве которого использовалась ЭВМ типа IN-1200 (Франция). Формирователь радиоимпульсов 4 по сигналам от УУОД формирует из непрерывных колебаний серию когерентных радиоимпульсов с длительностью t_w и периодом следования t . Усилитель мощности 5 усиливает радиоимпульсы до уровня, необходимого для создания напряженности магнитного поля около 10-20 Гс в исследуемом объеме. Усиленные импульсы поступают на датчик 6. Обычно для создания магнитного поля используют катушку индуктивности, входящую в резонансный контур. С контура датчика 6 принятый сигнал ЯКР поступает на приемное устройство (ПУ) 7. На ПУ поступают также два опорных напряжения с частотой f_0 , отличающиеся по фазе на 90° . ПУ 7 осуществляет усиление, детектирование и фильтрацию принятого ЯКР-сигнала. С выходов квадратурных каналов ПУ 7 ЯКР-сиг-

(19) SU (11) 1831680 A3

BEST AVAILABLE COPY

нал поступает на УУОД 8, которое осуществляет аналого-цифровое преобразование и когерентное суммирование сигналов. По окончании последовательности импульсов УУОД 8 производит обработку накопленного сигнала и сравнение результата обработки с порогом, величина которого устанавливается исходя из требуемых значений вероятностей пропуска и ложного срабатывания. При превышении порогового значения УУОД 8 вырабатывает сигнал, указывающий на наличие ВВ в обследуемом предмете для блока сигнализации 9.

Способ, например, при обнаружении гексогена, осуществляется следующим образом. Обследуемый предмет помещают в катушку датчика, облучают последовательностью радиочастотных импульсов типа

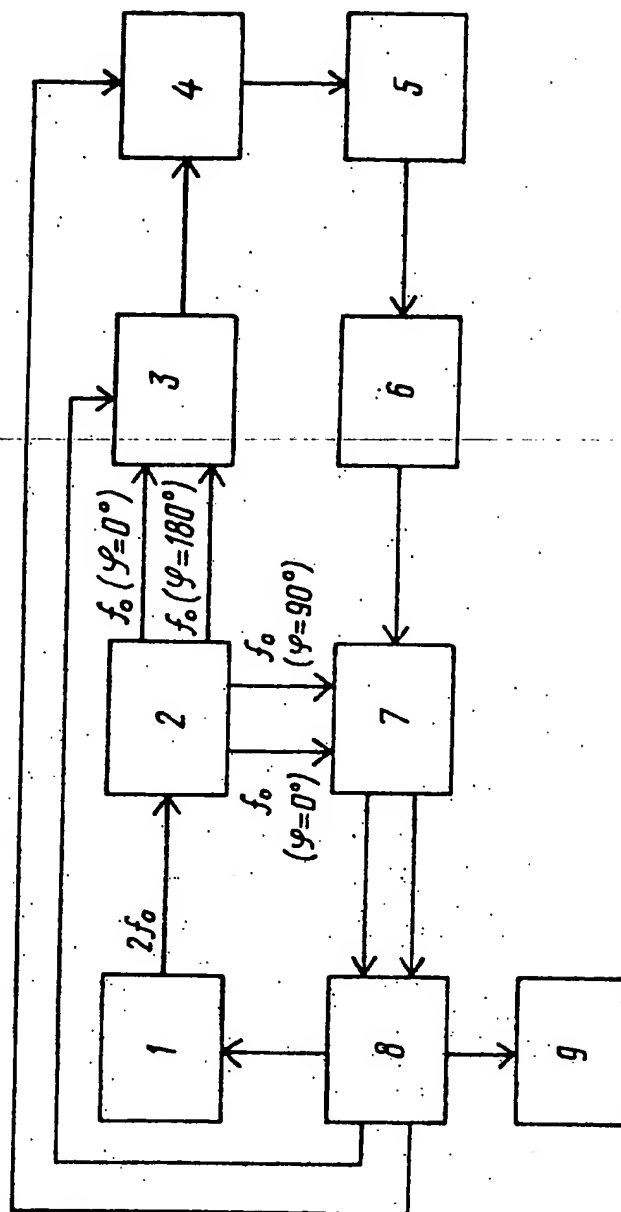
$(P^{0^\circ} - \tau)^n$ (где P^{0° — импульс с нулевой фазой, τ — период следования импульсов, n — количество импульсов в последовательности), с частотой заполнения $f_0 = 3410$ кГц, производят когерентное накопление ЯКР-сигнала, по окончании облучения производят Фурье-преобразование (ФП) накопленного сигнала, вычисление интеграла от модуля ФП и сравнивают полученное значение с пороговым значением, величина которого устанавливается исходя из заданных вероятностей ложного обнаружения α и пропуска закладки β для данного количества импульсов n . Если при первом облучении величина порога не превышена, производят второе облучение на той же частоте последовательностью $(P^{0^\circ} - \tau - P^{180^\circ} - \tau)^{n/2}$ когерентное накопление сигнала (при этом отклики после нечетных импульсов складываются с положительным знаком, а после четных импульсов складываются с отрицательным), ФП накопленного сигнала; интегрирование полученного спектра и дополнительное сравнение полученного значения с тем же пороговым значением. Если и после второго облучения величина

порога не превышена, принимается решение об отсутствии ВВ в обследуемом предмете. Решение о наличии закладки ВВ принимается в случае превышения порога хотя бы в одном из двух облучений.

Проведенные сравнительные обследования по данному способу и по прототипу показали преимущество данного способа. В частности, при проведении обследований на наличие гексогена при массе закладки 10 г, объеме обследуемого предмета 4 дм³, частоте заполнения импульсов $f_0 = 3410$ кГц периоде следования импульсов $\tau = 550$ мкс время обследования в нескольких замерах составило в среднем 7,8 с на один предмет. При этом обеспечивались значения вероятностей $\alpha = 0,05$ и $\beta = 0,05$. В измерениях по известному способу время равнялось 102 с. Таким образом, данный способ позволил сократить время обследования более чем в 13 раз.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ обнаружения взрывчатых веществ с использованием ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР), включающий облучение обследуемого объекта на частоте ЯКР многоимпульсной последовательностью, когерентное накопление ЯКР-сигнала, обработку накопленного сигнала и сравнение полученного результата с пороговым значением, отличающийся тем, что, с целью повышения экспрессности при одновременном сохранении достоверности обнаружения, производят дополнительное облучение объекта многоимпульсной последовательностью с той же частотой заполнения радиоимпульсов, при этом фаза радиочастотного заполнения четных или нечетных импульсов в одной из последовательностей от фазы четных или нечетных импульсов в другой на 180° , а вывод о присутствии взрывчатых веществ делают при превышении полученного результата величины порогового значения в одном из облучений.



Редактор

Составитель С. Коблев
Техред М.Моргентал

Корректор А. Обручар

Заказ 2550

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

Union of the Soviet Socialist Republics

(19) SU (11)1831680 A3

(51)5 G 01 N 24/00

State Committee of the USSR
for Inventions and Discoveries

SPECIFICATION OF INVENTION
attachment to the Inventor's Certificate

(21) 4935759/25

(22) 14.05.91

(46) 30.07.93. Bulletin N 28

(71) Institute of Applied Physics

(72) V.G.Kuznetsov and S.D.Koblev

(56) G.B. application N 2057135, G 01 N 24/08, publ. 25.03.81. Hirschfeld T., Klainer T.M. Short range NQR measurements. J.of Molec.Struct. 58, 1980, p.63-77.

(54) METHOD OF DETECTING EXPLOSIVE SUBSTANCES USING NUCLEAR QUADRUPOLE RESONANCE

(57) Application:

This method is intended for Customs inspection, when it is necessary to detect explosives concealed inside small packages.

The essence of invention: a sample to be investigated is irradiated with two multi-pulse sequences which differ in the phase of the RF carrier frequency; the resulting signal is accumulated and processed. 1 illustration is attached.

This method is intended for detecting hidden explosives and can be used during customs inspection, in criminalistics and in other cases when it is necessary to detect the presence of explosives inside objects without breaking the exterior casing.

The purpose of this invention is shortening the time of detection processes without decreasing the rate of true detection.

Fig.1 shows the structural diagram of the prototype of the device, which implements the suggested method.

The prototype of the device shown in Fig 1 works as follows. The frequency synthesizer (FS) 1 (for example, of the 46-31 type) generates oscillations with the frequency $2f_0$, comparable to the double NQR frequency of the explosive substance, which are conducted to divider device 2 made with triggers. From the outputs of divider 2 the oscillations having frequency f_0 and phases $\varphi = 0^\circ$ and $\varphi = 180^\circ$ are transmitted to multiplexer 3 which transmits to the output the oscillations with one of the phases depending on the controlling signal generated by control and processing device (CAPD), which was represented by a PC of IN-1200 type (France). RF pulse generator 4 on

command from CAPD forms a sequence of coherent radio pulses with the duration t_w and the pulse separation τ . The power amplifier 5 amplifies radio pulses to the level required to create magnetic field with the intensity of about 10-20 Gauss in the studied volume. The amplified pulses are conducted to the detector 6. Usually to create magnetic field an inductance coil included in the resonance circuit is used. From the circuit of detector 6 the NQR signal is transferred to the receiving device (RD) 7. Two reference voltages with frequency f_0 which differ in phase by 90° are also transmitted to the RD. RD 7 effectuates the amplification, detection and filtering of the received NQR signal. From the outputs of the quadrature channels of RD 7 the NQR signal is transmitted to CAPD 8, which accomplishes the analogue-to-digital conversion and coherent summation of the signals. After the end of the pulse sequence, CAPD 8 processes the accumulated signals and compares the results with the reference value set based on the requirements for the probability and false alarm rates. When the reference value is exceeded, CAPD 8 generates a signal for alarm unit 9 indicating the presence of explosive substances in the studied volume.

For example, this is how the method can be applied for detecting RDX. The studied object is placed inside the detector coil and irradiated with RF pulse sequences of the $(P^{0^\circ} - \tau)^n$ type (where P^{0° is a pulse with zero phase, τ is the pulse separation and n is the number of pulses in the sequence), with the carrier frequency $f_0 = 3410$ kHz, the NQR signal is coherently accumulated, then the Fourier transform of the accumulated signal is made, the integral for the FT module is calculated and the received result is compared with the reference value which was set considering the required probability rate β and false alarm α for the given number of pulses n . If after the first irradiation the reference value was not exceeded, a second irradiation is undertaken at the same frequency with the sequence $(P^{0^\circ} - \tau - P^{180^\circ} - \tau)^{n/2}$, coherent signal accumulation is performed (the response from the odd pulses added up with the positive sign, and from the even pulses – with the negative), Fourier transform of the accumulated signals is accomplished, integration of the received spectrum and an additional comparison with the same reference value is made. If the second comparison also shows that the reference value was not exceeded, it is concluded that no explosive substance was detected. If the reference value was exceeded even once, it is concluded that the explosive substance is present.

The comparative study of this method and the prototype method demonstrated the advantage of this method. In particular, when detecting a 10g RDX sample in a 4 dm^3 volume, with carrier frequency $f_0 = 3410$ kHz and pulse separation $\tau = 550 \text{ } \mu\text{sec}$, the average time required for examining the sample calculated after several tests was 7.8 sec per sample. Therewith the probability rate were $\alpha = 0.05$ and $\beta = 0.05$. In the prototype method measurements the detection time was 102 sec. Thus, the given method permits to make the detection time more than 13 times shorter.

Formula of invention

The method of detecting explosive substances using the nuclear quadrupole resonance (NQR), which includes irradiating of the examined object at its NQR frequency with a multi-pulse sequence, the subsequent coherent accumulation of the NQR signal, processing the accumulated signal and comparison of the obtained result with the reference value; it is different from the other method by the following: to decrease the time of detection and to preserve the accuracy rate, an additional irradiation of the object with a multi-pulse sequence is undertaken. The carrier frequency of this sequence is similar to the carrier frequency of the first sequence, with the phase of the RF carrier frequency of the odd and even pulses in one of the sequences different from the other frequency by 180° , and the conclusion about the presence of an explosive substance is made if the reference value is exceeded after at least one of the irradiations.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.